

248344

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



248344

การประยุกต์หลักการทางเภสัชศาสตร์สำหรับกระบวนการเพิ่มอัตราผลผลิตในงานก่อสร้าง:  
กรณีศึกษางานก่ออิฐ

นายปิยพันธ์ บรรเทงโศภิตชัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของเอกสารศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2553  
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

600253198

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



248344

การประยุกต์หลักการทางกายศาสตร์สำหรับกระบวนการเพิ่มอัตราการผลิตยาง 191100101 1911

กรณีศึกษางานก่ออิฐ



นายปิยพันธ์ บรรเท็งไพบูลย์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2553

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



5 0 7 0 3 5 2 8 2 1

APPLYING ERGONOMIC PRINCIPLE FOR PRODUCTIVITY IMPROVEMENT PROCESS  
IN CONSTRUCTION: A CASE STUDY OF BRICKLAYING

Mr. Piyaphan Bunterngpiboon

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering Program in Civil Engineering

Department of Civil Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การประยุกต์หลักการทางกายศาสตร์สำหรับกระบวนการเพิ่ม  
อัตราผลผลิตในงานก่อสร้าง: กรณีศึกษางานก่ออิฐ

โดย

นาย ปิยพันธ์ บรรเท็งไพบูลย์

สาขาวิชา

วิศวกรรมโยธา

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

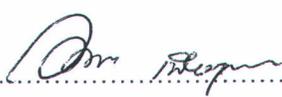
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชระ เพียรสุภาพ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน  
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ

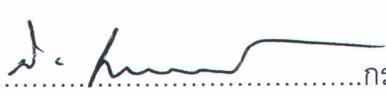
  
..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์  
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศศิริวงค์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิสุทธิ์ ช่อวิเชียร)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชระ เพียรสุภาพ)

  
..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล จอกแก้ว)

  
..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิง คุณะวัฒน์สถิตย์)

ปิยพันธ์ บรรเทิงไพบูลย์ : การประยุกต์หลักการทางกายศาสตร์สำหรับกระบวนการเพิ่ม  
อัตราผลผลิตในงานก่อสร้าง: กรณีศึกษางานก่ออิฐ. (APPLYING ERGONOMIC  
PRINCIPLE FOR PRODUCTIVITY IMPROVEMENT PROCESS IN  
CONSTRUCTION: A CASE STUDY OF BRICKLAYING) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก  
: ผศ. ดร.วัชระ เพียรสุภาพ, 257 หน้า.

248344

อัตราผลผลิตเป็นดัชนีชี้วัดหนึ่ง que แสดงถึงประสิทธิภาพของกระบวนการก่อสร้าง วิธีการ  
เพิ่มอัตราผลผลิตนั้นมีหลากหลายวิธี งานวิจัยในอดีตพบว่า หลักการทางกายศาสตร์สามารถ  
นำมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการเพิ่มอัตราผลผลิตได้ ซึ่งช่วยเพิ่มอัตราผลผลิต ไปพร้อมกับ  
ยกระดับสภาพการทำงาน หรือท่าทางการทำงานของคนงาน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ  
วิเคราะห์ท่าทางการทำงานที่มีผลต่อสภาพทางกายศาสตร์ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์  
ระหว่างกายศาสตร์ และอัตราผลผลิต นอกจากนี้งานวิจัยยังพยายามเสนอแนะแนวทางในการ  
ปรับปรุงท่าทางการทำงาน โดยใช้หลักการทางกายศาสตร์ โดยงานวิจัยทำการศึกษางานก่ออิฐ  
ในหน่วยงานก่อสร้าง รวมทั้งการศึกษาทดลองก่ออิฐมวลงเบา และอิฐมอญในสภาวะจำลอง ซึ่ง  
งานวิจัยนี้ใช้วิธี Ovako Working posture Analysis System (OWAS) ในการประเมินค่าสภาพ  
ทางกายศาสตร์ และคำนวณค่าดัชนีความเสี่ยงทางกายศาสตร์ (IR) การเก็บข้อมูลใช้กล้องวิดีโอ  
ทัศน์เพื่อบันทึกภาพท่าทางในการทำงาน พร้อมกับการจดบันทึกอัตราผลผลิต โดยการเลือก  
ตัวอย่างภาพท่าทางอย่างเป็นระบบด้วยโปรแกรมตัดต่อ และนำข้อมูลภาพไปประเมินผล และ  
คำนวณค่าดัชนีความเสี่ยง (IR) ตามวิธี OWAS ข้อมูลที่ได้รับสามารถใช้วิเคราะห์สภาพทางกาย  
ศาสตร์ และท่าทางที่มีผลต่อสภาพทางกายศาสตร์ในการก่ออิฐ นอกจากนี้งานวิจัยยังนำปัจจัย  
สำคัญมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กัน ได้แก่ ดัชนีความเสี่ยงทางกายศาสตร์, ความสูงของการ  
ก่ออิฐ และอัตราผลผลิต ผลการศึกษาพบว่าค่าดัชนีความเสี่ยงทางกายศาสตร์มีค่าลดลง เมื่อ  
ระดับความสูงเพิ่มขึ้น โดยอัตราผลผลิตมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อระดับความสูงเปลี่ยนแปลง การ  
เปลี่ยนแปลงดังกล่าวอาจแบ่งเป็น 2 รูปแบบ ทั้งนี้เป็นเพราะลักษณะการก่ออิฐของคนงาน  
ผลลัพธ์ที่ได้รับแสดงให้เห็นว่ากระบวนการในการทำงานมีผลกับค่าอัตราผลผลิตมากกว่าสภาพ  
ทางกายศาสตร์ นอกจากนี้งานวิจัยนี้ได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการปรับปรุงสภาพทางกาย  
ศาสตร์ โดยการปรับปรุงท่าทางการทำงาน ผลการศึกษาได้แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ และ  
ประโยชน์ที่ได้รับจากการปรับปรุงสภาพทางกายศาสตร์

ภาควิชา.....วิศวกรรมโยธา....

สาขาวิชา.....วิศวกรรมโยธา....

ปีการศึกษา.....2553.....

ลายมือชื่อนิสิต.....ไพพันธ์ {

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

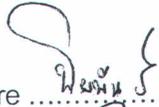
# # 5070352821 : MAJOR CIVIL ENGINEERING

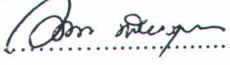
KEYWORDS : ERGONOMIC / OWAS / WORKING POSTURE / POSTURE IMPROVEMENT

PIYAPHAN BUNTERNGPIBOON : APPLYING ERGONOMIC PRINCIPLE FOR PRODUCTIVITY IMPROVEMENT PROCESS IN CONSTRUCTION: A CASE STUDY OF BRICKLAYING. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. VACHARA PEANSUPAP, Ph.D., 257 pp.

248344

Productivity is one of indexes which can indicate the efficiency of the construction process. In fact, there are many methods for improving construction productivity. Many previous researches showed that ergonomic principle could be applied to improve productivity, working conditions and working posture. This research aims to analyze working postures which have an effect on ergonomic environment, and explore the relationships between ergonomics and productivity. Moreover, this research attempts to find a recommendation for improving the working posture by applying ergonomic principles. In this research, the researcher selected a bricklaying task to be a case study. The Ovako Working posture Analysis System (OWAS) method was applied to assess ergonomic postures and calculate the ergonomic index risk (IR) of bricklaying task. The digital video was used as a tool to capture the work postures, while the productivity was recorded. These work postures recorded by digital video were systematically selected by snapshot program. Subsequently, the posture samplings were interpreted by using OWAS code and then the ergonomic index risk (IR) were calculated. The results of this research can be used for analyzing ergonomic environment and the work posture. In addition, the 3 main factors, namely ergonomic risk index, height of brick and productivity, were considered to analyze the relationships between them. The result of these relationships revealed that the IR decreased while the height of brick increased. The height of brick also affected the IR in 2 types, because of the work condition. This research shows that the method of work has more impact on the productivity than the ergonomic environment. Furthermore, this research provides the recommendation of posture improvement by using ergonomic principles.

Department : .....Civil Engineering..... Student's Signature 

Field of Study : ....Civil Engineering..... Advisor's Signature 

Academic Year : ..2010.....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์ คำแนะนำ ความร่วมมือ และกำลังใจจากผู้ที่เกี่ยวข้องหลายฝ่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วัชรระ เพียรสุภาพ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งคอยดูแลการทำงานวิจัยอย่างใกล้ชิด ให้ คำปรึกษา และชี้แนะแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ตลอดจนตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จนกระทั่งสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี พร้อมทั้งให้กำลังใจในการทำงาน ตลอดจนขอขอบพระคุณอย่าง สูงต่อคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้แก่ รองศาสตราจารย์ ดร.วิสุทธิ ช่อวิเชียร ประธาน กรรมการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิง คุณะวัฒน์สถิตย์ กรรมการ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นพดล จอกแก้ว กรรมการ คณาจารย์ทุกท่าน และจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ประสิทธิ์ประสาท วิชาความรู้แก่ผู้วิจัย ที่ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคุณพ่อ สำหรับความเข้าใจ และให้เวลาให้การทำ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ คุณแม่ สำหรับกำลังใจตลอดมา และน้องสาวที่น่ารักทั้ง 2 คนที่สนับสนุน ช่วยเหลือ เป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัย และขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ที่ให้ความช่วยเหลือแก่ผู้วิจัย ทั้ง ในแง่กำลังกาย และกำลังใจ ที่ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีจนผู้วิจัยสำเร็จการศึกษา

ดังนั้น ประโยชน์อันใดที่เกิดจากงานวิจัยนี้ ย่อมเป็นผลมาจากความกรุณาของทุกท่าน ดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งใจเป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฐ
สารบัญภาพ.....	ด
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
1.2 ปัญหาของการวิจัย.....	3
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	4
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.5 แนวคิดและทฤษฎีในการศึกษา .....	5
1.6 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย.....	5
1.7 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	6
1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
2.1 การเพิ่มอัตราผลผลิต.....	8
2.1.1 แนวคิดในการเพิ่มอัตราผลผลิต.....	8
2.1.2 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราผลผลิตในอุตสาหกรรมก่อสร้าง .....	11
2.2 การยศาสตร์ .....	12
2.2.1 คำจำกัดความ.....	12
2.2.2 ความสำคัญของการยศาสตร์.....	12
2.3 การประเมินค่าทางการยศาสตร์ .....	14
2.3.1 การประเมินด้วยวิธีการรายงานด้วยตัวเอง (Self-report) .....	14
2.3.2 การประเมินด้วยวิธีสังเกตการณ์ (Observational Method).....	15
2.3.3 การประเมินด้วยวิธีการวัดโดยตรง (Direct Method).....	17

2.4 เทคนิคที่ใช้ในการประเมินค่าทางการยศาสตร์ที่มีความเหมาะสมกับงานก่อสร้าง ....	18
2.4.1 NIOSH lifting index (The 1991 Revised NIOSH Lifting Equation).....	18
2.4.2 OWAS (Ovako Working Posture Analyzing System).....	24
2.4.3 PATH (Posture, Activity, Tools and Handling) .....	30
2.5 ความสัมพันธ์ ระหว่างการยศาสตร์และการเพิ่มอัตราผลผลิตในการทำงาน.....	37
2.6 งานวิจัยในอดีตและข้อจำกัด.....	41
2.7 กรอบในการวิจัย .....	43
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	46
3.1 ลักษณะของงานวิจัย .....	46
3.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	46
3.2.1 การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	46
3.2.2 การทำสรุปขบวนการและขอบเขตการวิจัยเบื้องต้น.....	48
3.2.3 การทดลองเก็บข้อมูลเบื้องต้นและแก้ไขปรับปรุง .....	48
3.2.4 การสรุปกระบวนการและขอบเขตของการวิจัย โดยใช้ข้อมูลที่ได้จาก การเก็บข้อมูลเบื้องต้น .....	48
3.2.5 การเก็บข้อมูลจากหน่วยงานก่อสร้าง และสภาวะจำลอง.....	48
3.2.6 การวิเคราะห์ และนำเสนอผลการวิจัย .....	53
3.3 สรุป.....	56
บทที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางการยศาสตร์ของกระบวนการก่อสร้างอัฐิมวลเบาในหน่วยงาน ก่อสร้าง .....	57
4.1 ลักษณะของข้อมูล.....	57
4.2 การวิเคราะห์อัตราส่วนของค่าระดับความอันตราย .....	60
4.3 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ .....	62
4.4 การวิเคราะห์ท่าทางในแต่ละองค์ประกอบของร่างกาย.....	64
4.4.1 ท่าทางของหลัง .....	64
4.4.2 ท่าทางของแขน .....	66
4.4.3 ท่าทางของขา .....	67
4.4.4 น้ำหนักที่แบกทาน.....	68

4.5 การวิเคราะห์รหัสท่าทางของการก่อกิจกรรมมวลเบา ในสภาวะจำลอง.....	69
4.5.1 ความอันตรายระดับ 1 .....	74
4.5.2 ความอันตรายระดับ 2 .....	75
4.5.3 ความอันตรายระดับ 3 .....	75
4.6 อัตราผลผลิตของกิจกรรมก่อกิจกรรมมวลเบา .....	76
4.7 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสภาพการยศาสตร์ .....	78
4.7.1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ระหว่างดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และความสูงของการก่อกิจกรรมมวลเบา.....	78
4.7.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิต .....	82
4.7.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และอัตราผลผลิต .....	87
4.8 สรุป.....	88
บทที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางการยศาสตร์ในสภาวะจำลอง .....	90
5.1 ลักษณะของข้อมูล.....	90
5.2 ข้อมูลที่ได้รับจากงานก่อกิจกรรมมวลเบาในสภาวะจำลอง .....	91
5.2.1 การวิเคราะห์อัตราส่วนของค่าระดับความอันตรายในสภาวะจำลอง .....	93
5.2.2 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในสภาวะจำลอง .....	95
5.2.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบของท่าทางในสภาวะจำลอง .....	97
5.2.3.1 ท่าทางของหลัง .....	97
5.2.3.2 ท่าทางของแขน.....	98
5.2.3.3 ท่าทางของขา .....	99
5.2.3.4 น้ำหนักที่แบกทาน.....	101
5.2.4 การวิเคราะห์รหัสท่าทางของการก่อกิจกรรมมวลเบา ในสภาวะจำลอง.....	102
5.2.4.1 ความอันตรายระดับ 1 .....	107
5.2.4.2 ความอันตรายระดับ 2 .....	108
5.2.4.3 ความอันตรายระดับ 3 .....	108
5.2.5 อัตราผลผลิตของกิจกรรมก่อกิจกรรมมวลเบาในสภาวะจำลอง.....	109
5.2.6 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อ สภาพการยศาสตร์ .....	111

5.2.6.1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ความสูงของการก่ออริฐ และค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์.....	111
5.2.6.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิต .	116
5.2.6.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทาง การยศาสตร์ และอัตราผลผลิต .....	127
5.3 ข้อมูลที่ได้รับจากงานก่ออริฐมอญในสภาวะจำลอง .....	131
5.3.1 การวิเคราะห์อัตราส่วนของค่าระดับความอันตรายในสภาวะจำลอง .....	134
5.3.2 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในสภาวะจำลอง .....	136
5.3.3 การวิเคราะห์ท่าทางในสภาวะจำลอง.....	137
5.3.3.1 ท่าทางของหลัง .....	137
5.3.3.2 ท่าทางของแขน.....	139
5.3.3.3 ท่าทางของขา .....	140
5.3.3.4 น้ำหนักที่แบกทาน.....	141
5.3.4 การวิเคราะห์รหัสท่าทางของการก่ออริฐมอญ ในสภาวะจำลอง.....	142
5.3.4.1 ความอันตรายระดับ 1 .....	148
5.3.4.2 ความอันตรายระดับ 2.....	149
5.3.4.3 ความอันตรายระดับ 3.....	149
5.3.5 อัตราผลผลิตของกิจกรรมก่ออริฐมอญในสภาวะจำลอง.....	150
5.3.6 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อ สภาพการยศาสตร์ .....	152
5.3.6.1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ระหว่างความสูงของการก่ออริฐ และดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์.....	152
5.3.6.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิต .	159
5.3.6.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยง ทางการยศาสตร์ และอัตราผลผลิต .....	174
5.4 สรุป.....	176
บทที่ 6 การเปรียบเทียบข้อมูลจากหน่วยงานก่อสร้าง และสภาวะจำลอง.....	179
6.1 การเปรียบเทียบดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์.....	179
6.2 การเปรียบเทียบอัตราส่วนของค่าระดับความอันตราย .....	182

6.3 การเปรียบเทียบองค์ประกอบของท่าทาง .....	184
6.4 การเปรียบเทียบการวิเคราะห์รหัสท่าทาง .....	188
6.5 การเปรียบเทียบอัตราผลผลิต.....	191
6.6 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของการก่อกออิฐ และค่าดัชนี ความเสี่ยงทางการยศาสตร์ .....	192
6.7 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของการก่อกออิฐ และอัตราผลผลิต ....	194
6.8 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และอัตราผลผลิต .....	196
6.8 สรุป.....	199
บทที่ 7 การวิเคราะห์ และปรับปรุงท่าทางการทำงานก่อกออิฐ.....	201
7.1 การวิเคราะห์และปรับปรุงท่าทางการทำงานของการก่อกออิฐมวลเบา.....	201
7.1.1 ระดับความสูง 1 ถึง 3 ก้อน.....	202
7.1.2 ระดับความสูง 4 ถึง 6 ก้อน.....	205
7.1.3 ระดับความสูง 7 ถึง 10 ก้อน.....	208
7.2 การวิเคราะห์และปรับปรุงท่าทางการทำงานของการก่อกออิฐมอมญ.....	211
7.2.1 ระดับความสูง 1 ถึง 9 ก้อน.....	211
7.2.2 ระดับความสูง 10 ถึง 18 ก้อน.....	214
7.2.3 ระดับความสูง 18 ถึง 34 ก้อน.....	217
7.3 สรุป.....	220
บทที่ 8 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	221
8.1 สรุปผลการวิจัย .....	221
8.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย.....	224
8.3 ข้อจำกัดงานวิจัย และข้อเสนอแนะ.....	224
รายการอ้างอิง.....	226
ภาคผนวก.....	229
ภาคผนวก ก ตัวอย่างการคำนวณรหัสท่าทางจากภาพ .....	230

	หน้า
ภาคผนวก ข ข้อมูลอัตราผลผลิต .....	233
ภาคผนวก ค การใช้งานโปรแกรม WinOWAS® .....	249
ภาคผนวก ง ตัวอย่างผลลัพธ์จากโปรแกรม WinOWAS .....	254
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ .....	257

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	แสดงสูตรและวิธีการคำนวณค่าตัวแปรของวิธี NIOSH.....21
2.2	แสดงตัวคูณความถี่ (Frequency Multiplier).....21
2.3	แสดงตัวคูณเชื่อมต่อ..... 22
2.4	แสดงการแบ่งประเภทของการเชื่อมโยงระหว่างมือกับวัตถุ ..... 22
2.5	แสดงรหัสสำหรับหลัง (Back) พร้อมภาพประกอบ ..... 25
2.6	แสดงรหัสสำหรับแขน (Arm) พร้อมภาพประกอบ ..... 25
2.7	แสดงรหัสสำหรับขา (Legs) พร้อมภาพประกอบ..... 26
2.8	แสดงรหัสสำหรับน้ำหนัก (Load) พร้อมภาพประกอบ ..... 27
2.9	แสดงการแบ่งระดับความอันตรายของท่าทางเปรียบเทียบกับรหัสของท่าทาง ..... 28
2.10	แสดงสีที่ใช้ในแต่ละระดับความอันตราย ..... 29
2.11	แสดงรหัสสำหรับลำตัว (Trunk) ..... 32
2.12	แสดงรหัสสำหรับคอ (Neck)..... 32
2.13	แสดงรหัสสำหรับขา (Legs) ..... 33
2.14	แสดงรหัสสำหรับแขน (Arms) ..... 34
3.1	แสดงประเภทของอิฐมวลเบาที่มีจำหน่ายในท้องตลาด..... 51
4.1	แสดงรายละเอียดของกลุ่มข้อมูล ..... 58
4.2	แสดงรายละเอียดของกลุ่มข้อมูลเรียงลำดับจากค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ มาก ไปน้อย ..... 59
4.3	แสดงตัวอย่างตารางบันทึกข้อมูลอัตราผลผลิต "กลุ่มข้อมูล 1" ..... 60
4.4	แสดงตัวอย่างการหารหัสท่าทาง และค่าระดับความอันตราย รูปภาพจาก กลุ่มข้อมูลที่ 1 ..... 61
4.5	แสดงอัตราส่วนของค่าระดับความอันตรายในแต่ละระดับความอันตราย ..... 62
4.6	แสดงค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ แต่ละกลุ่มข้อมูล ..... 63
4.7	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนในแต่ละระดับความอันตราย ..... 64
4.8	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนของท่าทางหลัง ..... 65

ตารางที่	หน้า
4.9	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนของท่าทางหลัง ..... 66
4.10	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนของท่าทางขา..... 67
4.11	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนระดับน้ำหนัที่แบกทาน..... 69
4.12	แสดงแผนภูมิ Pareto ของแต่ละกลุ่มข้อมูล ..... 70
4.13	แสดงรหัสท่าทาง และอัตราส่วน (เฉพาะรหัสท่าทางที่มีความสำคัญต่อค่าดัชนีความ เสี่ยงทางการยศาสตร์ในแต่ละกลุ่มข้อมูล มากกว่าร้อยละ 80 ของจำนวนกลุ่มข้อมูล ทั้งหมด)..... 73
4.14	แสดงตัวอย่างการเก็บข้อมูลอัตราผลผลิต “กลุ่มข้อมูลที่ 2” ..... 77
4.15	แสดงตัวอย่างการคำนวณค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในแต่ละช่วงความสูง “กลุ่มข้อมูล 1” ..... 79
4.16	แสดงค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของแต่ละระดับความสูง..... 80
4.17	แสดงค่าอัตราผลผลิต และความสูงของแต่ละกลุ่มข้อมูล ..... 83
4.18	ตารางสรุปอัตราผลผลิตในแต่ละระดับความสูงของการก่อกออิฐ..... 85
5.1	แสดงรายละเอียดของกลุ่มข้อมูล ..... 92
5.2	แสดงรายละเอียดของกลุ่มข้อมูล เรียงลำดับตามค่าดัชนีความเสี่ยง จากมากไปน้อย ..... 92
5.3	แสดงตัวอย่างตารางเก็บข้อมูล “กลุ่มข้อมูล 1” ..... 93
5.4	แสดงตัวอย่างการหารหัสท่าทาง และค่าระดับความอันตราย จากรูปภาพ กลุ่มข้อมูลที่ 1-1 ..... 94
5.5	แสดงอัตราส่วนของค่าระดับความอันตรายในแต่ละระดับ ..... 94
5.6	แสดงค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ ของแต่ละกลุ่มข้อมูล ..... 96
5.7	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนในแต่ละระดับความอันตราย..... 96
5.8	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนของท่าทางหลัง ..... 98
5.9	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนของท่าทางหลัง ..... 99

ตารางที่	หน้า
5.10	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนของท่าทางขา..... 100
5.11	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนของรูปแบบน้ำหนักที่แบกทาน..... 101
5.12	แสดงแผนภูมิ Pareto ของแต่ละกลุ่มข้อมูล ..... 102
5.13	แสดงรหัสท่าทาง และอัตราส่วน (เฉพาะรหัสท่าทางที่มีความสำคัญต่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในแต่ละกลุ่มข้อมูล มากกว่าร้อยละ 80 ของจำนวนกลุ่มข้อมูล ทั้งหมด) ..... 106
5.14	แสดงตัวอย่างการข้อมูลอัตราผลผลิต "กลุ่มข้อมูล 1-2" ..... 110
5.15	แสดงตัวอย่างการคำนวณค่าดัชนีความเสี่ยงในช่วงความสูง 1 ก้อน กลุ่มข้อมูล 1-1 ..... 112
5.16	แสดงค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ ของแต่ละระดับความสูงในการก่อกอิฐ ..... 112
5.17	แสดงค่าอัตราผลผลิต และความสูงของแต่ละกลุ่มข้อมูล (สภาวะจำลองการก่อกอิฐมวลเบา)..... 117
5.18	ตารางสรุปอัตราผลผลิตในแต่ละระดับความสูงของการก่อกอิฐมวลเบา..... 120
5.19	แสดงข้อมูลอัตราผลผลิต และค่าดัชนีความเสี่ยง ..... 128
5.20	แสดงข้อมูลอัตราผลผลิต และค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ (ข้อมูลเฉลี่ยจากกลุ่มข้อมูล 1-1 และ 2-1) ..... 129
5.21	แสดงข้อมูลอัตราผลผลิต และค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ (ข้อมูลเฉลี่ยจากกลุ่มข้อมูลทุกกลุ่มยกเว้นกลุ่มข้อมูล 1-1 และ 2-1) ..... 129
5.22	แสดงรายละเอียดของกลุ่มข้อมูล ..... 131
5.23	แสดงรายละเอียดของกลุ่มข้อมูล เรียงลำดับตามค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ จากมากไปน้อย ..... 132
5.24	แสดงตัวอย่างตารางเก็บข้อมูล "กลุ่มข้อมูล 1-1" ..... 133
5.25	แสดงตัวอย่างการหารหัสท่าทาง และค่าระดับความอันตราย จากรูปภาพ ..... 134
5.26	แสดงอัตราส่วนของค่าระดับความอันตรายในแต่ละระดับ ..... 135
5.27	แสดงค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ แต่ละกลุ่มข้อมูล ..... 136
5.28	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนในแต่ละระดับความอันตราย ..... 137

ตารางที่	หน้า
5.29	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนของท่าทางหลัง ..... 138
5.30	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนของท่าทางหลัง ..... 139
5.31	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนของท่าทางขา..... 140
5.32	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนของรูปแบบน้ำหนักที่แบกทาน..... 142
5.33	แสดงแผนภูมิ Pareto ของแต่ละกลุ่มข้อมูล ..... 143
5.34	แสดงรหัสท่าทาง และอัตราส่วน (เฉพาะรหัสท่าทางที่มีความสำคัญต่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในแต่ละกลุ่มข้อมูล มากกว่าร้อยละ 80 ของจำนวนกลุ่มข้อมูล ทั้งหมด)..... 147
5.35	แสดงตัวอย่างการเก็บข้อมูลอัตราผลผลิต “กลุ่มข้อมูลที่ 1-1” ..... 151
5.36	แสดงตัวอย่างการคำนวณค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในแต่ละช่วงความสูง กลุ่มข้อมูล 1-1 ..... 153
5.37	ตารางสรุปดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในแต่ละระดับความสูงของการก้มอ้อมอูญ ของแต่ละกลุ่มข้อมูล ..... 154
5.38	แสดงค่าอัตราผลผลิต และความสูงของแต่ละกลุ่มข้อมูล (สภาวะจำลองการก้มอ้อมอูญ)..... 160
5.39	ตารางสรุปอัตราผลผลิตในแต่ละระดับความสูงของการก้มอ้อมอูญ ..... 168
5.40	แสดงข้อมูลอัตราผลผลิต และค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์..... 175
6.1	แสดงการเปรียบเทียบข้อมูลค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ ..... 180
6.2	แสดงการเปรียบเทียบอัตราส่วนในแต่ละระดับความอันตราย ..... 183
6.3	แสดงการเปรียบเทียบข้อมูลองค์ประกอบท่าทาง ..... 185
6.4	แสดงการเปรียบเทียบรหัสท่าทาง ..... 189
6.5	แสดงการเปรียบเทียบข้อมูลอัตราผลผลิต..... 191
6.6	แสดงการเปรียบเทียบแผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของการก้มอ้อมอูญ และค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์..... 193
6.7	แสดงการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของการก้มอ้อมอูญ และอัตราผลผลิต..... 195

ตารางที่	หน้า
6.8	แสดงการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร และอัตราผลผลิต..... 197
7.1	แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางในระดับความสูง 1 ถึง 3 ก้อน .....203
7.2	แสดงการเปรียบเทียบท่าทางที่ควรปรับปรุง และท่าทางที่เหมาะสม (รหัสท่าทาง 4141) .....205
7.3	แสดงการเปรียบเทียบท่าทางที่ควรปรับปรุง และท่าทางที่เหมาะสม (รหัสท่าทาง 2141) .....205
7.4	แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางในระดับความสูง 4 ถึง 6 ก้อน .....206
7.5	แสดงการเปรียบเทียบท่าทางที่ควรปรับปรุง และท่าทางที่เหมาะสม (รหัสท่าทาง 2141) .....208
7.6	แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางในระดับความสูง 7 ถึง 10 ก้อน .....209
7.7	แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางในระดับความสูง 1 ก้อนถึง 9 ก้อน.....212
7.8	แสดงการเปรียบเทียบท่าทางที่ควรปรับปรุง และท่าทางที่เหมาะสม (รหัสท่าทาง 4141) .....214
7.9	แสดงการเปรียบเทียบท่าทางที่ควรปรับปรุง และท่าทางที่เหมาะสม (รหัสท่าทาง 2141) .....214
7.10	แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางในระดับความสูง 10 ถึง 18 ก้อน .....215
7.11	แสดงการเปรียบเทียบท่าทางที่ควรปรับปรุง และท่าทางที่เหมาะสม (รหัสท่าทาง 2141) .....217
7.12	แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางในระดับความสูง 19 ก้อนถึง 34 ก้อน.....218

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1	แสดงกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม..... 10
2.2	แสดงกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมก่อสร้าง..... 10
2.3	แสดงการสังเกตเกี่ยวกับการประเมินค่าทางการยศาสตร์ด้วยวิธี NIOSH Index..... 20
2.4	แสดงการสังเกตเกี่ยวกับการประเมินค่าทางการยศาสตร์ด้วยวิธี NIOSH index (การบิดตัว) ..... 20
2.5	แสดงองค์ประกอบของรหัสท่าทางเทคนิค OWAS ..... 27
2.6	แสดงตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้รับจากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค OWAS ..... 30
2.7	แสดงตัวอย่างกระดาษจุดบันทึก ที่ใช้ในเทคนิค PATH ..... 35
2.8	แสดงผลที่ได้รับจากการประเมินค่าทางการยศาสตร์ด้วยวิธี PATH..... 36
2.9	แสดงผลของระยะทางในการเคลื่อนที่ ที่มีผลต่อระยะเวลาที่ใช้ ..... 38
2.10	แสดงผลของความสูงที่เอื่อม ที่มีผลต่อระยะเวลาที่ใช้..... 38
2.11	แสดงผลของน้ำหนักของไขควง ที่มีผลต่อระยะเวลาที่ใช้..... 39
2.12	แสดงการบาดเจ็บที่เกิดจากการออกแรงเกินขีดจำกัด โดยแยกเป็นประเภทของงาน ... 44
2.13	แสดงการบาดเจ็บของหลังในอุตสาหกรรมก่อสร้าง โดยแยกเป็นประเภทของงาน..... 44
3.1	แสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย..... 47
3.2	แสดงแผนกอิฐที่ใช้ในการเก็บข้อมูล..... 49
3.3	แสดงแผนผังการจัดเครื่องมือในการเก็บข้อมูล..... 50
3.4	แสดงสภาพโดยทั่วไปของการจัดการทดลอง..... 50
3.5	แสดงการเก็บข้อมูลสภาพทางการยศาสตร์ และอัตราผลผลิต ..... 52
4.1	แสดงภาพกลุ่มข้อมูล 1 และกลุ่มข้อมูล 2 ..... 58
4.2	แสดงภาพกลุ่มข้อมูล 3 ..... 58
4.3	แสดงภาพกลุ่มข้อมูล 4 ..... 59
4.4	แสดงภาพกลุ่มข้อมูล 5 ..... 59
4.5	แสดงอัตราส่วนของค่าระดับความอันตราย ตามแต่ละกลุ่มข้อมูล ..... 62
4.6	แสดงการเรียงกลุ่มข้อมูล โดยเรียงจากค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ มากไปยังค่าน้อย ..... 63
4.7	แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางของ “หลัง” ..... 65
4.8	แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางของ “แขน” ..... 66

ภาพที่	หน้า
4.9	แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางของ "ขา" ..... 67
4.10	แสดงอัตราส่วนของแต่ละระดับน้ำหนักที่แบกทาน ..... 68
4.11	แผนภูมิแสดงความถี่ของรหัสท่าทาง ในแต่ละกลุ่มข้อมูลระดับความอันตราย 1..... 74
4.12	แผนภูมิแสดงความถี่ของรหัสท่าทาง ในแต่ละกลุ่มข้อมูลระดับความอันตราย 2..... 75
4.13	แผนภูมิแสดงความถี่ของรหัสท่าทาง ในแต่ละกลุ่มข้อมูลระดับความอันตราย 3..... 76
4.14	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์..... 80
4.15	แสดงสภาพการก่อกออิฐที่อยู่ในระดับต่ำ ซึ่งคนงานใช้วิธีนั่งยอง และสภาพของหลัง อยู่ในสภาพที่โค้ง ..... 81
4.16	แสดงสภาพการก่อกออิฐที่อยู่ในระดับต่ำ ซึ่งคนงานใช้วิธีก้ม และสภาพหลังอยู่ใน สภาพที่โค้ง (กลุ่มข้อมูล 4 รหัสท่าทาง 2121 ระดับความอันตราย 2)..... 82
4.17	แสดงการก่อกออิฐที่อยู่ในระดับหน้าอก ซึ่งคนงานยื่นก่อกออิฐได้ปกติ (กลุ่มข้อมูล 1 รหัสท่าทาง 1121 ระดับความอันตราย 1)..... 82
4.18	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูงและอัตราผลผลิต..... 86
4.19	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความอันตราย และอัตราผลผลิต..... 87
5.1	แสดงสภาพการทำงานของคนงานก่อกอิฐมวลงเบา ..... 91
5.2	แสดงสภาพการทำงานของคนงานก่อกอิฐมลงญ ..... 91
5.3	แสดงอัตราส่วนของแต่ละค่าระดับความอันตราย ของแต่ละกลุ่มข้อมูล ..... 95
5.4	แสดงการเรียงกลุ่มข้อมูล โดยเรียงจากค่าดัชนีความเสี่ยงมาก ไปยังค่าน้อย ..... 96
5.5	แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางของ "หลัง" ..... 97
5.6	แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางของ "แขน" ..... 99
5.7	แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางของ "ขา" ..... 100
5.8	แสดงอัตราส่วนของแต่ละรูปแบบน้ำหนักที่แบกทาน ..... 101
5.9	แผนภูมิแสดงความถี่ของรหัสท่าทาง ในแต่ละกลุ่มข้อมูลระดับความอันตราย 1..... 107
5.10	แผนภูมิแสดงความถี่ของรหัสท่าทาง ในแต่ละกลุ่มข้อมูลระดับความอันตราย 2..... 108
5.11	แผนภูมิแสดงความถี่ของรหัสท่าทาง ในแต่ละกลุ่มข้อมูลระดับความอันตราย 3..... 109
5.12	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์..... 113
5.13	แสดงสภาพการก่อกอิฐมวลงเบาที่ระดับความสูงต่ำ คนงานต้องนั่งยอง หรือต้องก้ม .... 114
5.14	แสดงการก่อกอิฐมวลงเบาที่ระดับความสูงระดับหน้าอก คนงานยื่นก่อกอิฐได้ปกติ..... 114
5.15	แสดงการก่อกอิฐมวลงเบาที่ระดับสูง คนงานจำเป็นต้องเอื้อมเพื่อก่อกอิฐมวลงเบา ที่ระดับสูง..... 114

ภาพที่	หน้า
5.16	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ สำหรับคนงานแต่ละคน..... 115
5.17	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิต..... 120
5.18	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิตสำหรับคนงานแต่ละคน..... 121
5.19	แสดงลักษณะท่าทางในการทำงานของคนงาน คนที่ 1 และ 2..... 122
5.20	แสดงลักษณะท่าทางในการทำงานของคนงาน คนที่ 3 และ 4..... 123
5.21	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิตของแต่ละกลุ่มข้อมูล ..... 124
5.22	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิตของแต่ละกลุ่มข้อมูล (เฉพาะข้อมูล 1-1 และ 2-1) ..... 125
5.23	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิตของค่าเฉลี่ยของ แต่ละกลุ่มข้อมูล(เฉพาะข้อมูล 1-1 และ 2-1)..... 125
5.24	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิตของแต่ละกลุ่มข้อมูล (ไม่พิจารณาจากกลุ่มข้อมูลเลขประจำตัว 1 และ 2) ..... 126
5.25	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิตของค่าเฉลี่ยของแต่ละ กลุ่มข้อมูล (ไม่พิจารณาจากกลุ่มข้อมูลเลขประจำตัว 1 และ 2)..... 127
5.26	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยง (IR) และอัตราผลผลิต..... 128
5.27	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และอัตราผลผลิต (ข้อมูลเฉลี่ยจากกลุ่มข้อมูล 1-1 และ 2-1) ..... 130
5.28	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และอัตราผลผลิต (ข้อมูลเฉลี่ยจากทุกกลุ่มข้อมูล ยกเว้นกลุ่มข้อมูล 1-1 และ 2-1)..... 130
5.29	แสดงอัตราส่วนของแต่ละระดับความอันตราย ตามแต่ละกลุ่มข้อมูล..... 135
5.30	แสดงการเรียงกลุ่มข้อมูล โดยเรียงจากค่าดัชนีความเสี่ยงมาก ไปยังค่าน้อย ..... 136
5.31	แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางของ “หลัง” ..... 138
5.32	แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางของ “แขน” ..... 139
5.33	แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางของ “ขา” ..... 140
5.34	แสดงอัตราส่วนของแต่ละระดับน้ำหนักที่แบกทาน ..... 142
5.35	แผนภูมิแสดงความถี่ของรหัสท่าทาง ในแต่ละกลุ่มข้อมูลระดับความอันตราย 1..... 148
5.36	แผนภูมิแสดงความถี่ของรหัสท่าทาง ในแต่ละกลุ่มข้อมูลระดับความอันตราย 2..... 149
5.37	แผนภูมิแสดงความถี่ของรหัสท่าทาง ในแต่ละกลุ่มข้อมูลระดับความอันตราย 3..... 150

ภาพที่	หน้า
5.38	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร และ ความสูงของการก่ออิฐมอญ..... 156
5.39	แสดงสภาพการก่ออิฐมอญที่ระดับความสูงต่ำ คนงานต้องนั่งยอง หรือต้องก้ม ..... 157
5.40	แสดงการก่ออิฐมอญที่ระดับความสูงระดับหน้าอก คนงานยื่นก้ออิฐได้ปรกติ ..... 157
5.41	แสดงการก่ออิฐมอญที่ระดับสูง คนงานจำเป็นต้องเอื้อมเพื่อก่ออิฐที่ระดับดังกล่าว... 157
5.42	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร..... 158
5.43	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิต..... 170
5.44	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิตสำหรับคนงานแต่ละคน ..... 171
5.45	แสดงลักษณะสภาพแวดล้อมในการทำงานของคนงาน คนที่ 1 และ 2..... 172
5.46	แสดงลักษณะสภาพแวดล้อมในการทำงานของคนงาน คนที่ 3 และ 4..... 173
5.47	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร และอัตราผลผลิต.... 176
7.1	แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางในระดับความสูง 1 ถึง 3 ก้อน ..... 204
7.2	แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางในระดับความสูง 4 ถึง 6 ก้อน ..... 207
7.3	แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางในระดับความสูง 7 ถึง 10 ก้อน ..... 210
7.4	แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางในระดับความสูง 1 ก้อนถึง 9 ก้อน..... 213
7.5	แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางในระดับความสูง 10 ถึง 18 ก้อน ..... 216
7.6	แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางในระดับความสูง 19 ก้อนถึง 34 ก้อน..... 219